



PCT/FR 2004 / 001033

20 AUG 2004

PC

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 11 MAI 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Important Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 V / 190600

REMISE EN DÉLIVRANCE DATE 29 AVRIL 2003 LIEU 59 INPI LILLE N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 29 AVR. 2003 N° 0305266		NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE. BUREAU DUTHOIT LEGROS ASSOCIES CONSEIL EN PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE 96/98 Boulevard Carnot Boîte Postale 105 59027 LILLE CEDEX	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 0521 DBR 001 FR			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
1 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		N°	Date
2 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Casque acoustique pour la restitution spatiale d'un son.			
3 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
4 DEMANDEUR		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		PHAM	
Prénoms		Hong Cong Tuyên	
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	21 rue Roger Salengro	
	Code postal et ville	94460	VALENTON
Pays		FR	
Nationalité			
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISSION DES FICHIERS DATE 29 AVRIL 2003 LIEU 59 INPI LILLE N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0305266		RÉSERVÉ À L'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		0521 DBR 001 FR	
6 MANDATAIRE			
Nom		DUTHOIT	
Prénom		Michel	
Cabinet ou Société		BUREAU DUTHOIT LEGROS ASSOCIES	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		CPI - 92 1082	
Adresse	Rue	96/98 Boulevard Carnot Boîte Postale 105	
	Code postal et ville	59027	LILLE CEDEX
N° de téléphone (facultatif)		03.20.21.85.45	
N° de télécopie (facultatif)		03.20.13.11.11	
Adresse électronique (facultatif)		duthoit-legros@nordnet.fr	
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement Immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		1/1	
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) DUTHOIT Michel Mandataire - CPI Brevet (92-1082)		VISA DE LA PRÉFECTURE DÉLÉGATION DE L'INPI E. FASSEBONT	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1.../1...

REMISE DES PIÈCES DATE 29 AVRIL 2003 LIEU 59 INPI LILLE N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0305266		Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire	
Vos références pour ce dossier (facultatif)		0521 DBR 001 FR	
<input checked="" type="checkbox"/> DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N°	
<input checked="" type="checkbox"/> DEMANDEUR			
Nom ou dénomination sociale		RECHT	
Prénoms		Ambroise	
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	59 Boulevard Lefebvre	
	Code postal et ville	75015	PARIS
Pays		FR	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> DEMANDEUR			
Nom ou dénomination sociale			
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Pays			
Nationalité			
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		DUTHOIT Michel Mandataire - CPI Brevet (92-1082)	
		DÉLÉGATION GÉNÉRALE VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI F. PASSEPONT	

La présente invention est relative à un dispositif, notamment un casque acoustique, pour la spatialisation d'un son. L'invention concerne également un dispositif d'enregistrement compatible avec un tel dispositif de spatialisation.

5 Par spatialisation d'un son, on entend la restitution des caractéristiques tridimensionnelles - azimuth, élévation et distance - d'une source sonore émettant un son ayant une fréquence et une intensité données.

On connaît de nombreux systèmes et dispositifs dont le but est de résoudre un tel problème technique. Cependant, ils ne proposent, le plus
10 souvent, qu'une simple immersion dans une ambiance sonore, sans restituer véritablement les caractéristiques tridimensionnelles d'un son. Ces systèmes peuvent être mis en œuvre soit dans une salle, auquel cas la salle est équipée de plusieurs enceintes munies de haut-parleurs, soit à l'aide d'un casque acoustique, chaque écouteur du casque comprenant un haut-parleur.

15 Selon une première méthode, dite stéréophonie sur deux canaux, pour simuler le déplacement d'une source sonore, on utilise deux haut-parleurs, un canal par haut-parleur, et on pondère l'intensité du son sur les deux canaux correspondants, en répartissant la puissance à émettre entre les deux haut-parleurs. Il est donc possible de déplacer la source sonore en
20 jouant sur le coefficient de pondération.

Cependant, cette technique a l'inconvénient de placer les sources sonores à l'intérieur de la tête de l'auditeur. De plus, on ne peut déplacer les sources sonores que sur une seule dimension au lieu de tout l'espace.

25 Afin d'améliorer l'impression d'immersion dans une ambiance sonore, il a été proposé d'utiliser quatre ou cinq haut-parleurs dans une salle. Il s'agit notamment du dispositif « Dolby Surround ». Un tel système comprend trois canaux acoustiques frontaux et un canal acoustique arrière. Un haut-parleur central et deux haut-parleurs gauche et droit diffusent lesdits canaux
30 frontaux. Le haut-parleur central focalise les sources sonores quelle que soit la position d'écoute. Le quatrième canal est diffusé par deux enceintes arrière et

correspond à des informations d'ambiance et des effets de réverbération.

Cependant, un tel système ne permet pas de localiser précisément les sources sonores étant donné que le haut-parleur central les focalise quelle que soit la position d'écoute. Par ailleurs, il n'est pas possible, dans une telle salle, d'émettre des sons distincts pour les deux oreilles.

Selon un autre procédé pour simuler un effet de spatialisation, on répartit régulièrement, en cercle, une série de haut-parleurs orientés vers un point d'écoute, chaque haut-parleur diffusant un canal sonore particulier. Il s'agit donc d'une extension du procédé stéréophonique sur deux canaux. Cependant, l'effet de spatialisation n'est réellement obtenu qu'en un point particulier de la salle, dit point focal. Les auditeurs qui se trouvent ailleurs qu'en ce point focal entendent également les sons, mais ils subissent des illusions acoustiques, que l'on pourrait comparer à des illusions optiques.

Cela étant, un son perçu peut se réduire à une pression acoustique, supposée uniforme, au niveau des tympans. Ainsi, au niveau d'une oreille, la seule variable d'intérêt est la pression acoustique au niveau du tympan, qui dépend elle-même de la pression acoustique à l'entrée du conduit auditif, de la morphologie de l'oreille de l'auditeur. Dans un casque acoustique, le but est de reproduire cette pression, afin de reconstituer un son.

Cependant, pour deux auditeurs différents, la pression acoustique au niveau du tympan, et même de l'entrée du conduit auditif, résultant d'une même source sonore, sera différente. Cela ne les empêchera pas, sauf déficience auditive, de localiser la source sonore correctement.

Ces différences entre individus et entre les oreilles d'un même individu, proviennent des différences morphologiques. En effet, l'écartement des oreilles de l'auditeur et la présence d'un obstacle, la tête, sur la trajectoire de l'onde acoustique, introduisent un déphasage et une différence d'intensité dans une onde acoustique issue d'une même source sonore. Ainsi, la pression acoustique au niveau du tympan est différente entre l'oreille droite et l'oreille gauche, pour une même source sonore, en fonction de la position de cette source par rapport à l'auditeur.

Divers dispositifs tentent de spatialiser un son en tenant compte de ces différences de perception entre les deux oreilles. Il s'agit simplement de diffuser le même son, en tenant compte des phénomènes physiques aboutissant au déphasage et à la différence d'intensité, dans les
5 deux oreilles. C'est le principe binaural.

Cependant, des techniques binaurales reposent sur une base de données regroupant des mesures expérimentales, correspondant à des morphologies « moyennes ». Il n'est pas possible de modéliser l'appareil auditif humain, notamment le pavillon de l'oreille, dont la forme est trop complexe
10 pour prendre en compte tous les phénomènes physiques nécessaires à une approche calculatoire. Ainsi, les techniques utilisées correspondent à des oreilles moyennes et les mesures sont réalisées sur des mannequins. Ces techniques présentent donc l'inconvénient de ne pas être adaptées à tous.

Le but de la présente invention est de proposer un casque
15 acoustique pour la restitution spatiale d'un son, qui pallie les inconvénients précités.

En particulier, un tel casque doit permettre l'émission de sons distincts pour les deux oreilles, sans dépendance vis-à-vis des caractéristiques individuelles de l'appareil auditif. En d'autres termes, un tel casque doit
20 permettre la spatialisation d'un son pour la grande majorité des auditeurs.

Un autre but de la présente invention est de proposer un système dynamique, pouvant tenir compte des déplacements de la tête dans le champ acoustique reconstitué à l'aide d'un tel casque.

Un autre but de l'invention est de proposer un casque
25 acoustique peu encombrant, simple d'utilisation et permettant une bonne mobilité de la tête, notamment pour l'adapter aisément en système dynamique.

Un but de l'invention est également de proposer un casque permettant de restituer un son de façon précise, en évitant les sensations de saccades lors du mouvement d'une source sonore, donnant l'impression d'un
30 champ acoustique continu.

Encore un autre but de l'invention est de proposer un casque

adaptable à n'importe quelle tête.

Un autre but de l'invention est de proposer un casque peu onéreux.

Encore un autre but de l'invention est de proposer un dispositif
5 d'enregistrement compatible avec un tel casque acoustique.

D'autres buts et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, qui n'est donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter.

L'invention concerne un casque acoustique pour la restitution
10 spatiale d'un son, muni de deux écouteurs, chaque écouteur comprenant un support définissant au moins partiellement une surface en calotte englobant totalement l'oreille de l'auditeur, chaque écouteur comprenant au moins cinq haut-parleurs, disposés sur ledit support et aptes à reconstituer un champ acoustique.

L'invention concerne également un dispositif d'enregistrement
15 d'un son destiné à une restitution spatiale ultérieure, constitué d'un casque tel que défini ci-dessus et dans lequel les haut-parleurs sont remplacés par des microphones omnidirectionnels ou cardioïdes, la surface en calotte d'enregistrement correspondant audit dispositif d'enregistrement étant
20 confondue avec la surface en calotte (d'émission acoustique) d'undit casque auditif.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description, accompagnée des figures en annexe, parmi lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement la tête d'une
25 personne coiffée d'un casque acoustique conforme à l'invention,
- les figures 2a, 2b, 2c sont des vues en perspective de l'écouteur gauche d'un casque conforme à l'invention, avant, intérieur et arrière respectivement,
- les figures 3a et 3b sont des vues en coupe d'un écouteur
30 d'un casque conforme à l'invention, selon un plan vertical et un plan horizontal respectivement,

- les figures 4 et 5 sont deux variantes de répartition de huit haut-parleurs, ou microphones, dans un écouteur, illustrées en plan et en coupe,

5 - la figure 6 est une variante de répartition de six haut-parleurs, ou microphones, dans un écouteur, illustrées en plan et en coupe.

L'invention est née du constat de l'inexistence d'un dispositif simple de spatialisation du son, nécessitant peu de puissance de calcul, et adapté à tous. En effet, les dispositifs basés sur le principe binaural sont spécifiques à l'auditeur -ou le mannequin- sur lequel ont été réalisées les
10 mesures tandis que les salles stéréophoniques ne permettent une spatialisation du son qu'au point focal de la salle. De plus, les dispositifs en salle dépendent fréquemment de la géométrie de la pièce et de la disposition relative des haut-parleurs.

Les inventeurs ont abouti à l'invention en modifiant le point de
15 vue utilisé pour aborder le problème de la spatialisation d'un son. Au lieu de chercher à reproduire la pression acoustique au niveau du tympan ou de l'entrée du conduit auditif, comme cela a été le cas jusqu'à présent, ils ont cherché à reconstituer l'onde acoustique telle qu'elle peut être mesurée à une distance donnée de l'oreille, avant transformation par le pavillon et le conduit
20 auditif.

Les inventeurs ont donc décidé de créer une surface sonore émettrice entourant le pavillon de l'oreille. Le fait que cette surface entoure le pavillon de l'oreille n'est pas anodin. En effet, cela permet de s'affranchir des caractéristiques morphologiques individuelles du pavillon puisque l'onde émise
25 sera transformée par le pavillon de l'oreille, au même titre qu'un son quelconque.

L'utilisation d'un casque permet, en outre, de s'affranchir des problèmes de géométrie d'une salle. Cela permet également de développer, par exemple, des systèmes dynamiques tenant compte des déplacements de
30 la tête dans l'espace, pour déplacer, virtuellement, l'environnement sonore reconstitué en fonction de ces mouvements de la tête.

D'après le principe de Huygens-Fresnel, tout point de l'espace touché par une onde acoustique devient une source secondaire et réémet à son tour une onde sphérique. Ainsi, la contribution d'une surface sonore émettrice telle qu'elle est perçue par le tympan est équivalente à l'addition de toutes les ondes sphériques émises par l'infinité de points de cette surface sonore émettrice.

Cependant, en pratique, on ne peut pas produire une infinité de sources sonores. Il a donc été nécessaire de déterminer un nombre fini de sources sonores qui, diffusant des sons en même temps, seraient équivalentes à ladite surface sonore émettrice.

Pour cela, on utilise la théorie de l'information, et plus particulièrement le théorème de Shanon. Selon ce théorème, la pulsation d'échantillonnage d'un signal sinusoïdal doit être au moins deux fois supérieure à la pulsation dudit signal sinusoïdal, si l'on veut éviter une perte de cohérence entre le signal sinusoïdal continu et l'échantillonnage. En d'autres termes, la période d'échantillonnage doit être deux fois plus petite que la période du signal sinusoïdal.

Un signal sonore peut se décomposer en une somme de signaux sinusoïdaux. Par une analogie espace-temps, la distance d'échantillonnage, entre deux haut-parleurs du signal sonore doit être inférieure à deux fois la longueur d'onde de ce signal. Si l'on considère que la longueur d'onde limitante est la longueur d'onde la plus courte du signal, c'est-à-dire que la fréquence limitante est la fréquence la plus élevée du signal, on obtient : $\Delta l \leq 2\lambda$, où l est la distance séparant deux haut-parleurs (ou microphones) et λ est la plus petite longueur d'onde du signal.

Ainsi, l'échantillonnage -émission ou enregistrement- conserve toutes les informations du signal échantillonné pour les fréquences inférieure ou égale à la moitié de la fréquence d'échantillonnage.

La plage des fréquences audibles est de 20 Hz à 20 kHz, mais les fréquences sonores les plus souvent perçues sont inférieures à 5 kHz. On choisit donc une fréquence d'échantillonnage de 10 kHz.

Comme illustré aux différentes figures, on aboutit à un casque 1 comprenant deux écouteurs 2, chaque écouteur comprenant au moins cinq haut-parleurs disposés sur un support 3, 4. Ledit support 3, 4 définit au moins partiellement une surface en calotte, apte à englober totalement l'oreille de l'auditeur 6.

L'expression « en calotte » signifie que l'écouteur englobe totalement le pavillon de l'oreille, sans qu'il y ait de contact entre la surface « en calotte » et le pavillon. Avantageusement, cette surface se présente sous la forme d'une hémisphère ou d'une portion d'hémisphère. Elle peut également être ovoïde, voire éventuellement polyédrique. L'essentiel réside dans le fait que la surface en calotte englobe l'oreille de l'auditeur, et constitue un squelette support pour les haut-parleurs.

Dans les différentes figures, ledit écouteur présente une surface en calotte hémisphérique.

Ledit écouteur 2 peut être ouvert ou fermé. S'il est ouvert, ladite surface hémisphérique n'est que partiellement matérialisée par le support 3, 4. S'il est fermé, le support 3, 4 matérialise complètement ladite surface hémisphérique. Avantageusement, lesdits au moins cinq haut-parleurs peuvent être répartis en forme de croix, ce qui permet d'obtenir une surface acoustique émettrice satisfaisante.

Ledit support est constitué notamment d'une bague 3 à laquelle sont fixées deux bandes 4 cintrées, une bande horizontale 42 et une bande verticale 43. Lesdites bandes 4 cintrées forment une croix. En outre, elles sont percées d'orifices 41 aptes à recevoir lesdits haut-parleurs 44.

Les orifices 41 sont répartis régulièrement, de sorte que la distance séparant deux haut-parleurs contigus est inférieure ou égale à 3 cm, pour une fréquence maximale du signal échantillonné de 5 kHz. Le diamètre D de la bague 3 est, dans cet exemple, de 8 cm.

Chaque bande cintrée 42, 43 est munie d'un orifice 41 au niveau du point d'intersection des deux bandes, comme illustré aux différentes figures. Par exemple, la bande horizontale 42, comprend quatre orifices 41

espacés d'un angle de 36° entre eux ; la bande verticale 43 comprend trois orifices 41 espacés d'un angle de 45° entre eux. Ainsi, l'écouteur 2 peut recevoir six haut-parleurs dont un à l'intersection des deux bandes support 42, 43.

5 Par exemple, la surface hémisphérique a un rayon r de 4 cm.

Bien entendu, on pourrait prévoir un plus grand nombre de haut-parleurs, disposés par exemple sur les branches d'une étoile et plus proche les uns des autres, pour obtenir une fréquence maximale du signal échantillonné, en l'occurrence émis, supérieure à 5 kHz.

10 Par exemple, comme illustré aux figures 4 et 5, l'écouteur peut comporter huit haut-parleurs 44. Sont représentées, en haut à gauche des figures 4 et 5, une vue plane de ces deux variantes et, autour de la vue plane, des vues en coupe selon les lignes AA, BB, CC, A'A', B'B', C'C'. Dans ces exemples, les écouteurs sont hémisphériques.

15 Ainsi, en vue plane, les haut-parleurs 44 sont répartis régulièrement autour de deux cercles concentriques, un cercle extérieur 31 de grand rayon et un cercle intérieur 32 de rayon inférieur à celui du cercle extérieur 31.

20 Dans la variante illustrée à la figure 4, les haut-parleurs 44 se trouvent au sommet d'un pentagone régulier inscrit dans le cercle extérieur 31 et d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle intérieur 32.

25 Dans la variante illustrée à la figure 5, les haut-parleurs 44 sont situés aux sommets de deux carrés inscrits respectivement dans le cercle intérieur 32 et le cercle extérieur 31, les diagonales d'un des carrés étant sensiblement parallèles aux côtés de l'autre carré.

Avantageusement, les cercles extérieur 31 et intérieur 32 sont sensiblement parallèles au plan défini par la bague 3 et se trouvent sous un angle de 30° ($\pi/6$ rad) et de 60° ($\pi/3$ rad) par rapport au centre 33 de l'hémisphère.

30 Selon une autre variante, représentée à la figure 6, l'écouteur

comporte six haut-parleurs 44, quatre répartis régulièrement aux sommets d'un carré inscrit dans un cercle extérieur 31 et les deux autres répartis sur une diagonale dudit carré, sur un cercle intérieur 32.

5 Ainsi, lesdits au moins cinq haut-parleurs sont aptes à reconstituer un champ acoustique, perçu comme continu par l'oreille humaine, pour des fréquences acoustiques inférieures à une fréquence maximale donnée, notamment 5 kHz.

10 L'expression « perçu comme continu » signifie que le déplacement d'une source sonore émettant un signal de fréquence inférieur ou égal à 5 kHz, restituée par le casque acoustique, est perçu sans saccade ni à-coups mais de manière continue. L'auditeur n'a pas l'impression que la source sonore passe sans transition d'un point de l'espace à l'autre quand le déplacement aurait dû être perçu comme progressif.

15 Avantageusement, un casque conforme à l'invention comprend au moins six haut-parleurs par écouteur.

Selon une première variante de l'invention, un casque 1 est muni d'écouteurs ouverts, tel qu'illustré aux différentes figures. Dans ce cas, le support 3, 4 est constitué d'une armature ouverte, apte à recevoir les haut-parleurs. D'un point de vue acoustique, cela signifie que l'auditeur peut
20 entendre un son non émis par les haut-parleurs, sans déformation, ni atténuation.

Selon une autre variante, les écouteurs 2 sont fermés. Dans ce cas, le support est constitué d'une coque définissant une surface hémisphérique apte à recevoir lesdits haut-parleurs.

25 Bien que cela ne soit pas illustré, des moyens de connexion électrique sont prévus entre les haut-parleurs 44 et, par exemple, une sortie audio d'un amplificateur, d'un baladeur, une carte son ou de tout autre appareil électronique similaire. Il pourrait également s'agir de moyens de transmission sans fil, évitant ainsi l'encombrement généré par des fils
30 électriques.

Avantageusement, ledit casque sert de support à un

microphone situé à l'extrémité d'une branche, devant la bouche de l'auditeur, pour permettre à celui-ci de parler, notamment de manière interactive, avec une autre personne équipée par exemple d'un même casque.

5 Lesdits écouteurs 2 peuvent présenter diverses caractéristiques supplémentaires. Par exemple, la bague 3, c'est-à-dire la zone de l'écouteur en contact avec la tête de l'auditeur, peut être équipée d'un anneau de mousse, afin d'améliorer le confort de l'auditeur 6 lors de l'utilisation du casque.

10 Les éléments du support 3, 4 sont constitués par exemple d'aluminium ou d'un autre métal léger, ou encore de plastique.

Comme illustré, les deux écouteurs 2 du casque 1 sont reliés par un bandeau 8 qui passe au-dessus de la tête de l'auditeur 6. Il peut s'agir d'un bandeau réglable, en divers matériaux connus de l'homme du métier.

15 Par ailleurs, selon une caractéristique avantageuse, un tel casque acoustique est équipé d'un dispositif de suivi des déplacements de la tête ou « head-track ». Ainsi, les mouvements de la tête de l'auditeur 6 peuvent être détectés et le signal diffusé par les haut-parleurs de chaque écouteur 2 peut être modifié en fonction de ces mouvements, afin d'offrir à l'auditeur 6 une véritable impression de déplacement auditif, dans un espace
20 virtuel notamment. Ce type de dispositif est particulièrement utile lorsqu'il est couplé à un casque de vision en trois dimensions.

L'invention est également relative à un dispositif d'enregistrement pour la restitution spatiale ultérieure d'un son, constitué d'un casque tel que décrit ci-dessus. Cela étant, dans un tel dispositif
25 d'enregistrement, les haut-parleurs sont remplacés par des microphones omnidirectionnels ou cardioïdes orientés vers l'extérieur des écouteurs, c'est-à-dire à l'opposé des oreilles 5 d'un auditeur 6 potentiel.

Pour une bonne compatibilité entre un tel dispositif d'enregistrement et un casque acoustique 1 conforme à l'invention, la surface
30 en calotte d'enregistrement correspondant au dispositif d'enregistrement est confondue avec la surface en calotte d'émission acoustique d'un tel casque

acoustique.

Avec un tel casque acoustique et un tel dispositif d'enregistrement, il n'est plus nécessaire de se préoccuper des transformations subies par l'onde sonore, dues à l'appareil auditif, puisqu'on
5 enregistre et on émet les sons avant ces transformations.

Un tel casque peut trouver son application dans de nombreux domaines, et notamment :

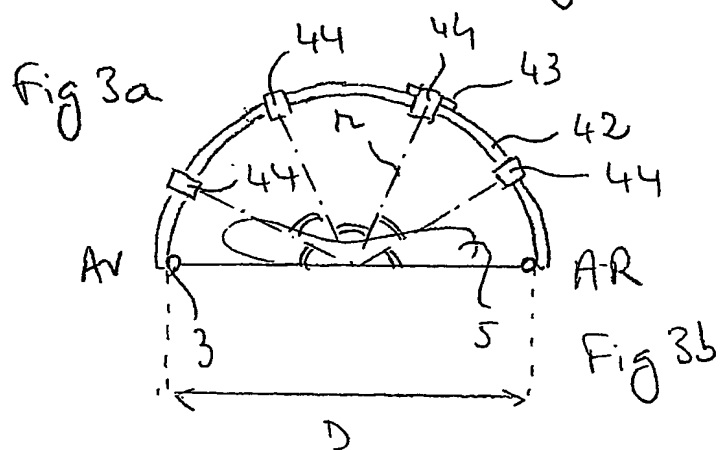
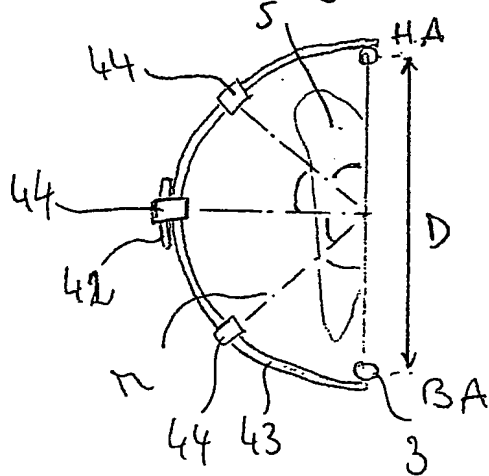
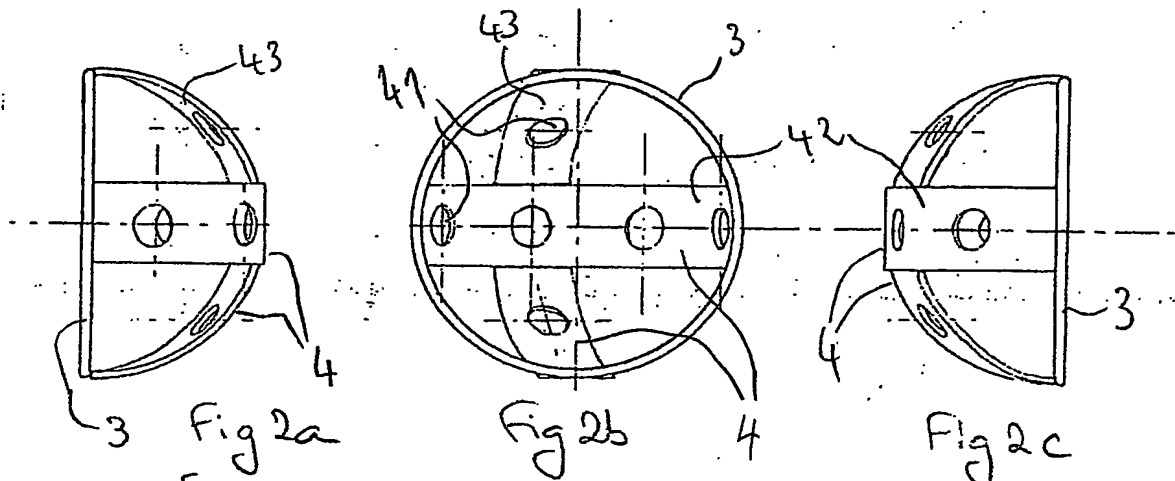
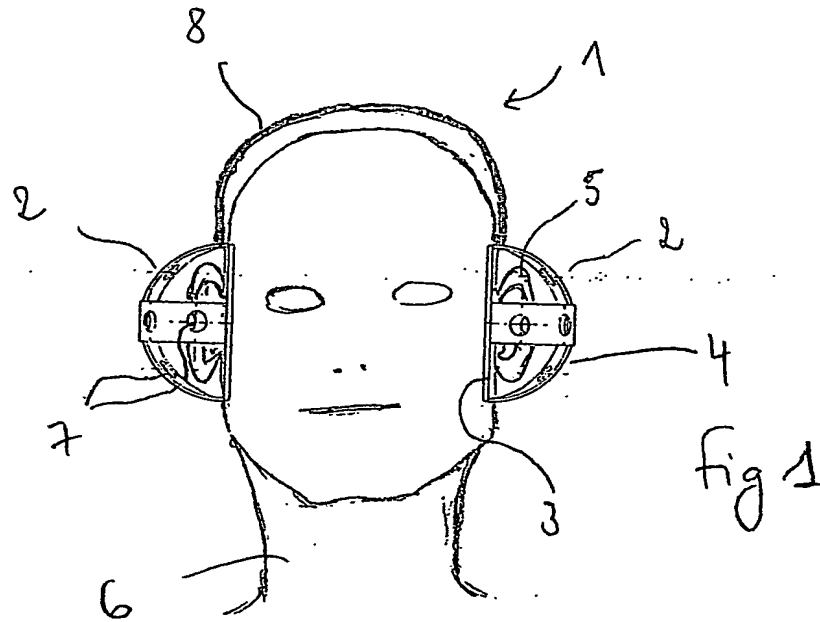
- les loisirs et jeux dits de « réalité virtuelle », qui reconstituent un espace audiovisuel virtuel,
- 10 - la téléconférence, pour simuler une salle de réunion ou de conférence et localiser virtuellement les intervenants les uns par rapport aux autres, autrement que par l'intermédiaire d'un simple écran,
- toute autre application où l'on peut souhaiter coupler, par exemple, un espace acoustique à un espace visuel reconstitués.

15 Naturellement, d'autres modes de mise en œuvre, à la portée de l'homme du métier, auraient pu encore être envisagés sans pour autant sortir du cadre de l'invention, objet des revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Casque acoustique pour la restitution spatiale d'un son, muni de deux écouteurs, chaque écouteur comprenant un support définissant au moins partiellement une surface en calotte englobant totalement l'oreille de l'auditeur, chaque écouteur comprenant au moins cinq haut-parleurs, disposés sur ladite surface hémisphérique et aptes à reconstituer un champ acoustique.
2. Casque selon la revendication 1 comprenant au moins six haut-parleurs par écouteur.
3. Casque selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le champ acoustique est perçu comme continu par l'oreille humaine, pour des fréquences acoustiques inférieures à une fréquence maximale donnée, ladite fréquence maximale étant une fréquence audible à l'oreille humaine moyenne.
4. Casque selon la revendication 3, dans lequel ladite fréquence maximale vaut 5 kHz et dans lequel deux haut-parleurs contigus sont espacés d'une distance inférieure ou égale à 3 cm.
5. Casque selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits écouteurs sont ouverts, ledit support étant constitué d'une armature apte à recevoir lesdits haut-parleurs.
6. Casque selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel lesdits écouteurs sont fermés, ledit support comprenant une coque définissant une surface en calotte apte à recevoir lesdits haut-parleurs.
7. Dispositif d'enregistrement d'un son destiné à une restitution spatiale ultérieure, constitué d'un casque selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les haut-parleurs sont remplacés par des microphones omnidirectionnels ou cardioïdes, la surface en calotte d'enregistrement correspondant audit dispositif d'enregistrement étant confondue avec ladite surface en calotte (d'émission acoustique) d'udit casque.

1/3



1/3

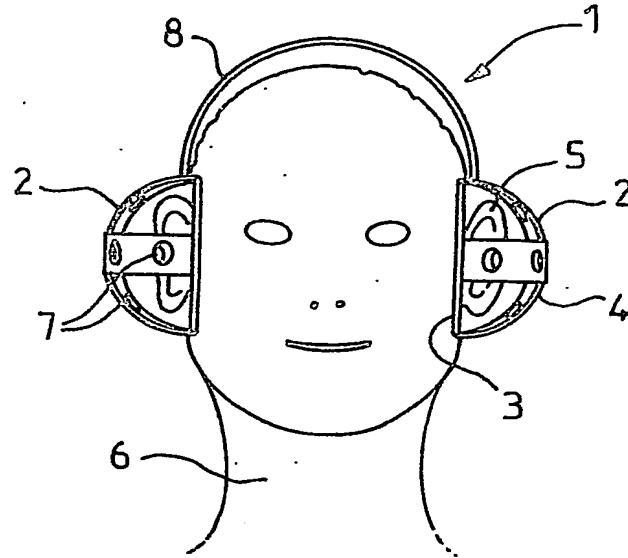


FIG. 1

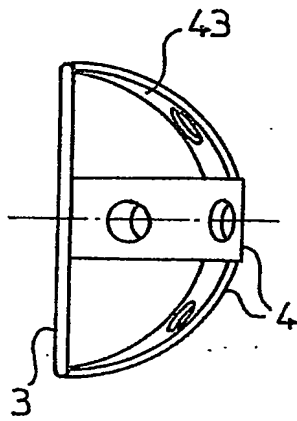


FIG. 2a

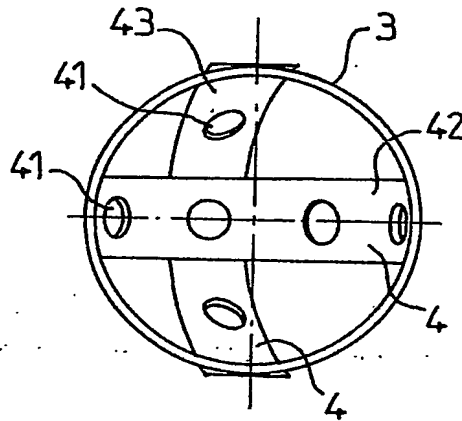


FIG. 2b

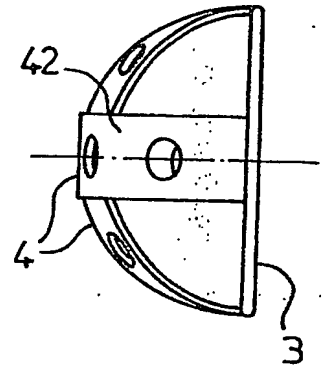


FIG. 2c

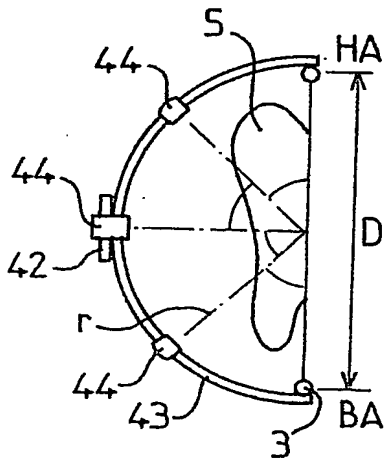


FIG. 3a

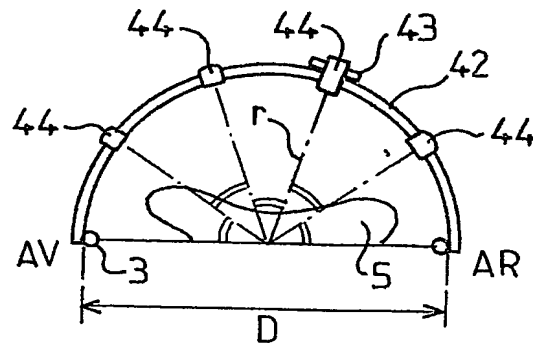


FIG. 3b

2/3

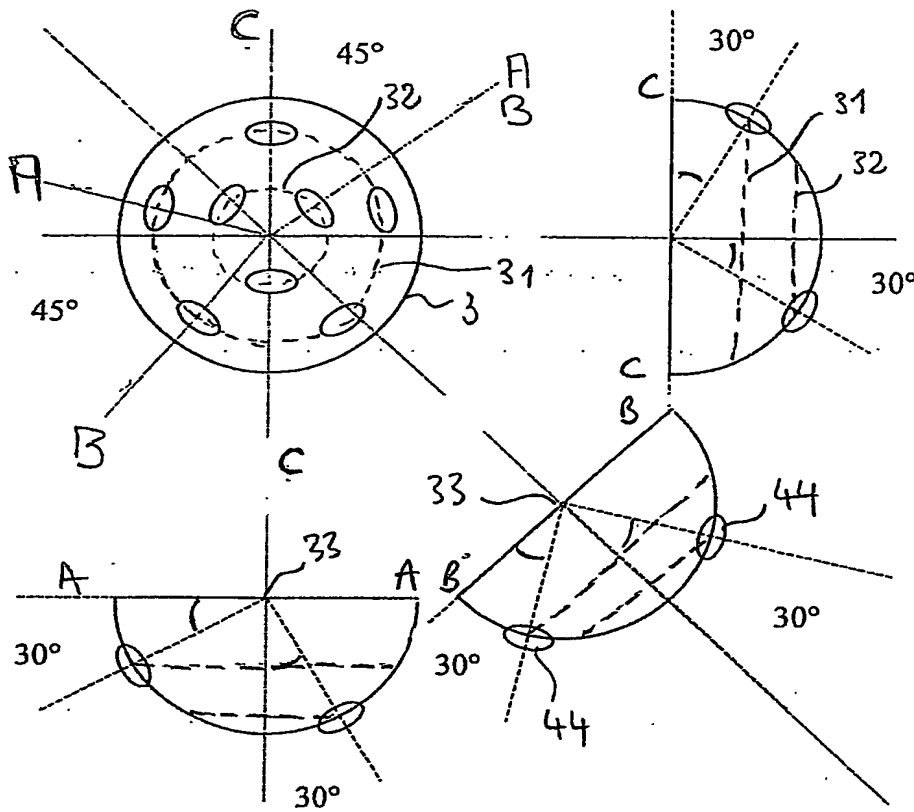
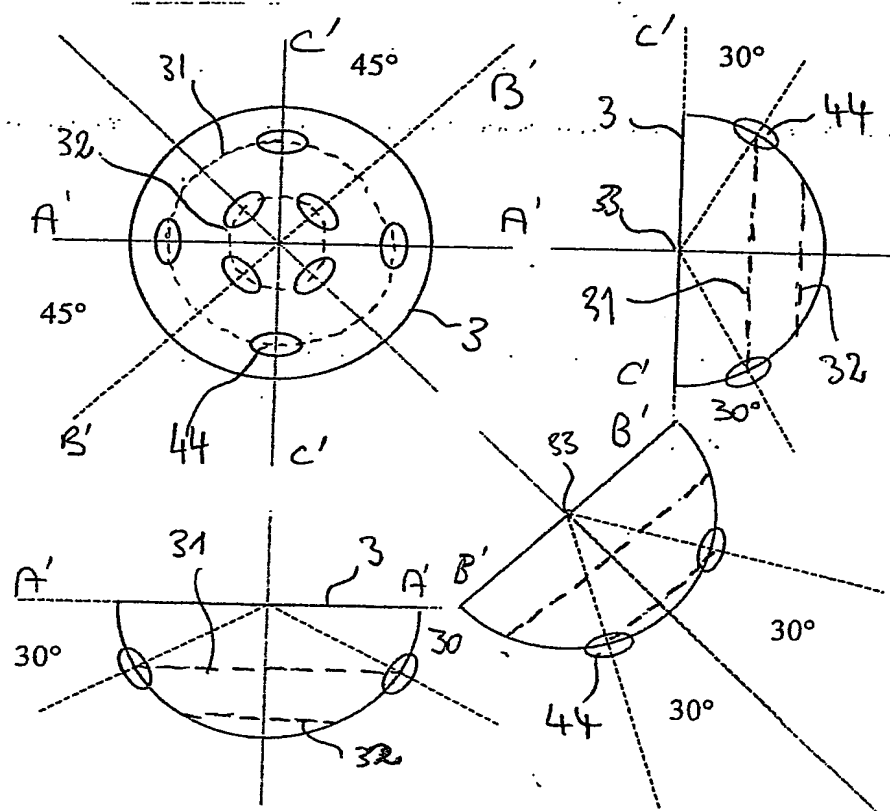


Fig. 4

Fig. 5



2/3

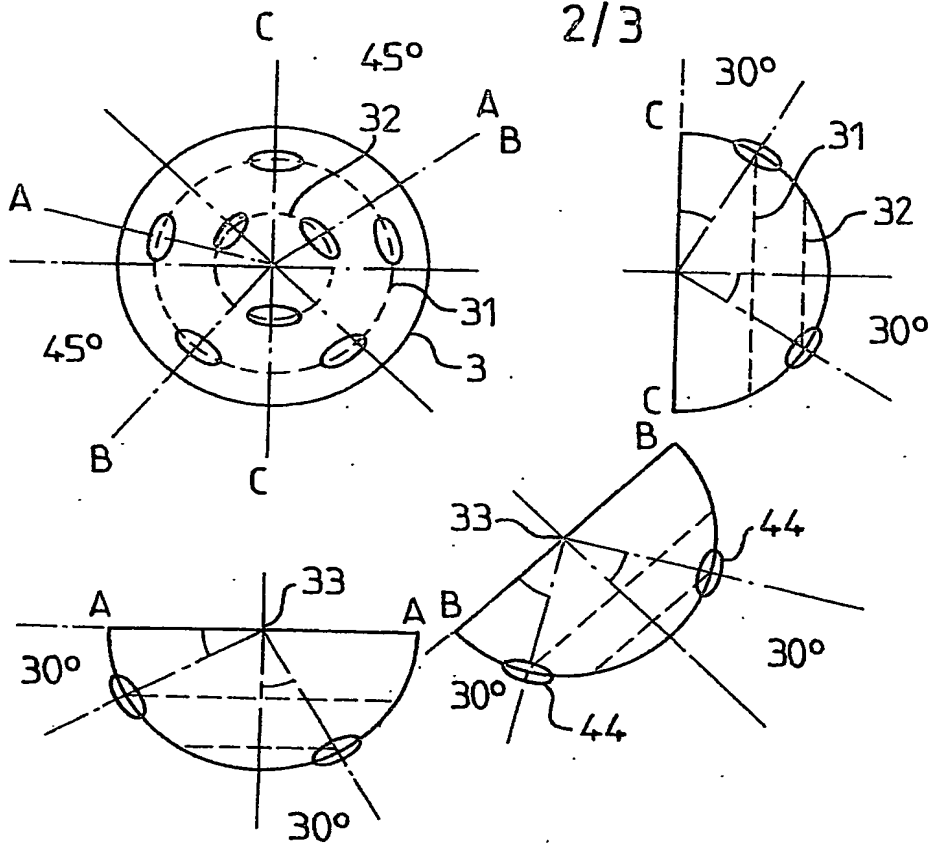
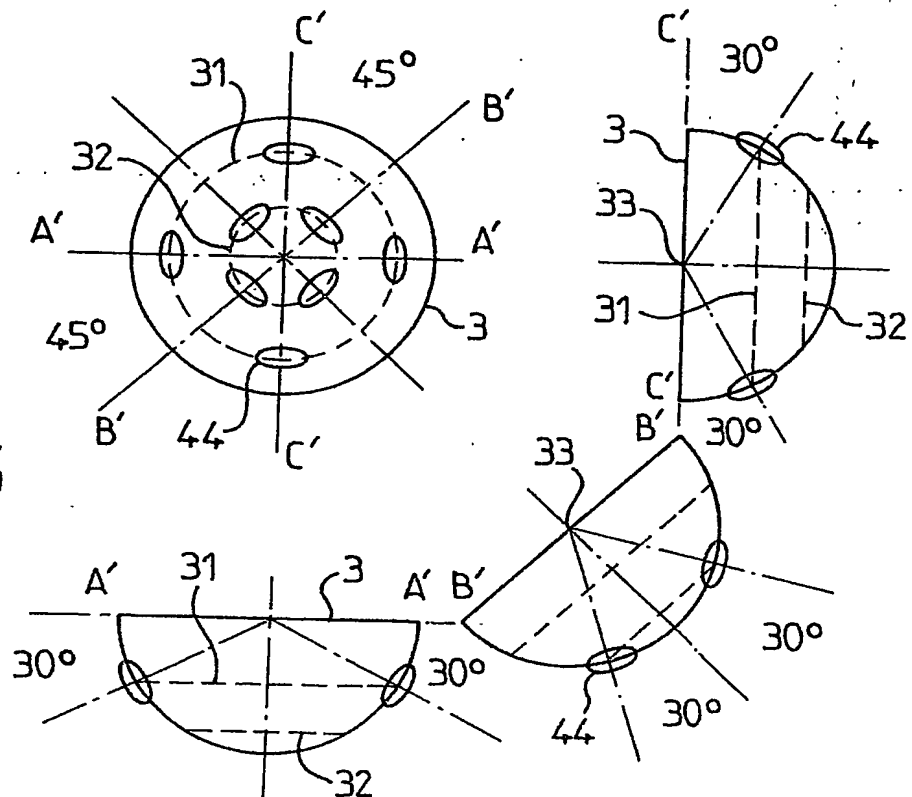


FIG. 4

FIG. 5



3/3

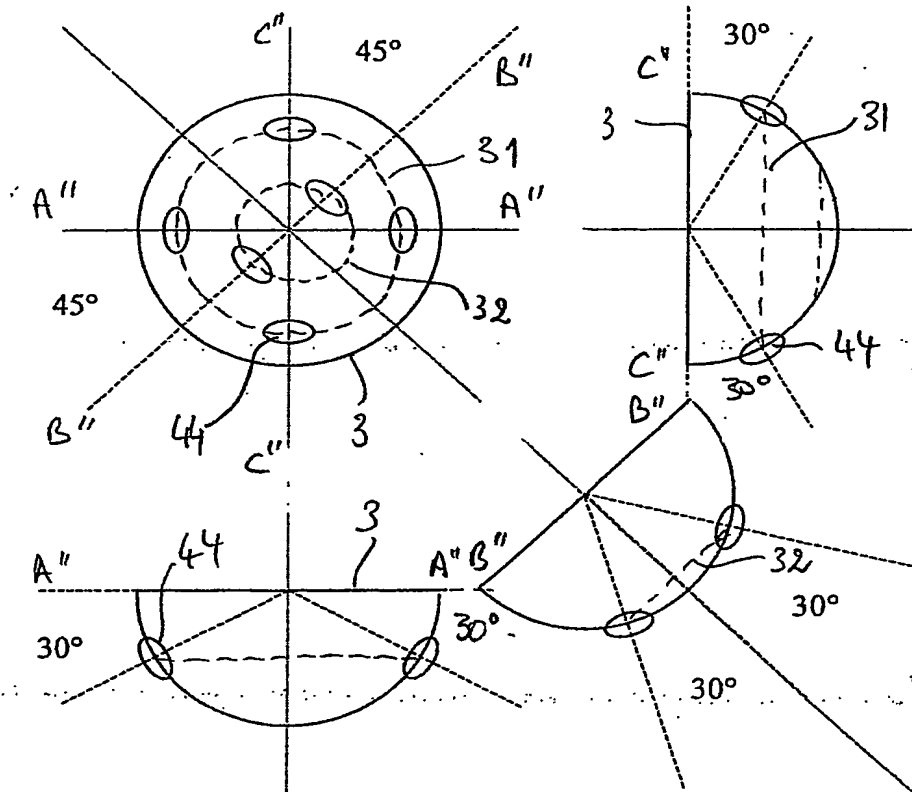


Fig 6

3/3

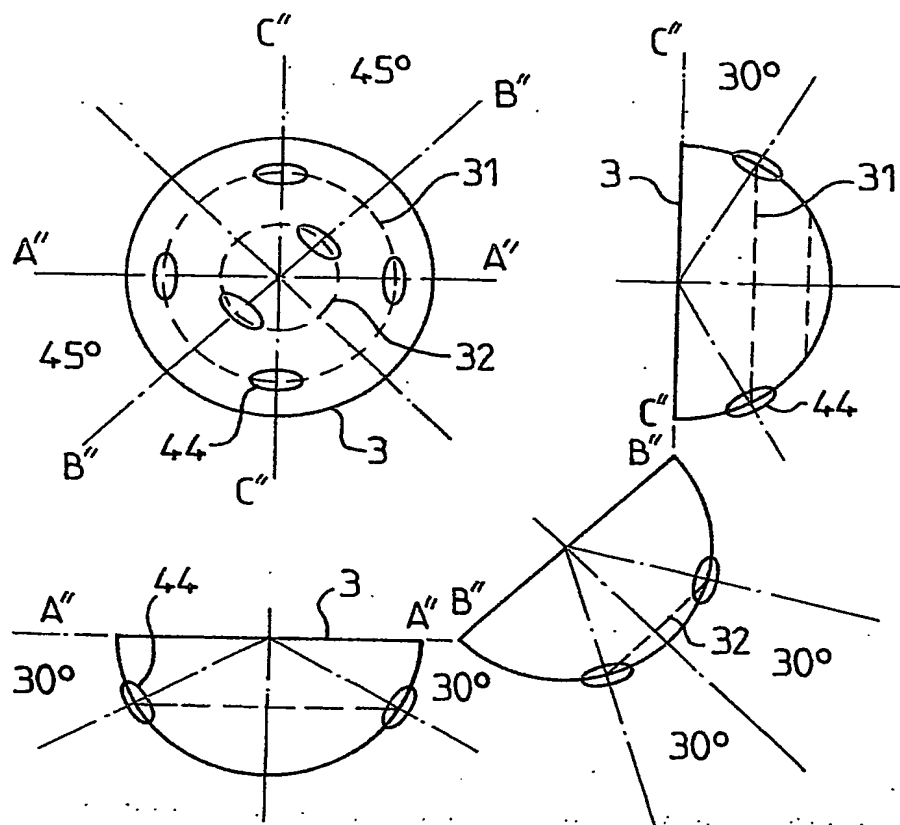


FIG.6